

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

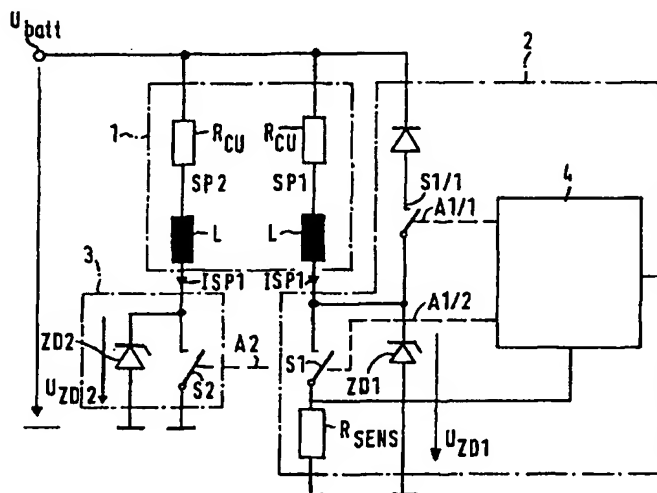
(51) Internationale Patentklassifikation 7 : F02D 41/20, H01F 7/18	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/14395 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. März 2000 (16.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02699 (22) Internationales Anmeldedatum: 28. August 1999 (28.08.99) (30) Prioritätsdaten: 198 39 863.8 2. September 1998 (02.09.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PHILIPP, Matthias [DE/DE]; Gerokstrasse 58, D-71665 Vaihingen (DE). HERRMANN, Bernd [DE/DE]; Theodor-Heuss-Strasse 39, D-74343 Sachsenheim (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen

(54) Title: ELECTROMAGNETIC INJECTION VALVE

(54) Bezeichnung: ELEKTROMAGNETISCHES EINSPRITZVENTIL

(57) Abstract

The invention relates to an electromagnetic injection valve (1) comprising two counterwound magnet coils (SP1, SP2) which have identical characteristic quantities and which are placed on the same magnetic circuit so that the force effects of the magnet coils (SP1, SP2) are nullified when they are flown through by the same excitation current. By virtue of the double coil (SP1, SP2) having a canceling effect, the actual energizing process of the valve (1), i.e. the opening of the same, is transformed in one of both coils in a deenergizing process. The rapid current decay is now determined by dimensioning the extinction voltage (U_{ZD2}). As a result, it is possible to obtain rapid force build-up times without increasing the supply voltage (U_{batt}). The valve can be controlled by using a conventional switching output stage or by using a current-controlled switching output stage. It is also possible to shorten the closing process by reversing the differential current (I_d) during deenergizing.



(57) Zusammenfassung

Ein elektromagnetisches Einspritzventil (1) weist zwei gegenläufig gewickelte Magnetspulen (SP1, SP2) mit gleichen Kenngrößen auf dem selben Magnetkreis auf, so daß sich die Kraftwirkungen der Magnetspulen (SP1, SP2) bei gleichem Erregerstrom aufheben. Durch die Doppelspule (SP1, SP2) mit aufhebender Wirkung wird der eigentliche Einschaltvorgang des Ventils (1), d.h. das Öffnen desselben in einen Abschaltvorgang in einer der beiden Spulen umgewandelt. Der schnelle Stromabfall wird jetzt durch die Dimensionierung der Löschspannung (U_{zD2}) bestimmt. Damit lassen sich schnelle Anstiegszeiten der Kraft ohne Spannungshochsetzung der Versorgungsspannung (U_{batt}) realisieren. Die Ansteuerung des Ventils ist mit herkömmlicher Schaltendstufe oder auch mit einer stromgeregelten Schaltendstufe realisierbar. Durch die Umkehrung des Differenzstroms (I_d) beim Ausschalten ist es außerdem möglich, den Schließvorgang zu verkürzen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5

Elektromagnetisches Einspritzventil10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches
Einspritzventil mit Doppelspule, bei dem eine erste und
zweite Magnetspule mit gleichen Kenngrößen auf dem selben
15 Magnetkreis angeordnet sind, deren eine Enden gemeinsam mit
einer Speisespannung und deren andere Enden einzeln mit
einem ersten und zweiten Schaltmittel einer elektronischen
Ansteuerschaltung verbunden sind, wobei eine von der
Ansteuerschaltung ansteuerbare Halteschaltung parallel zur
20 ersten Magnetspule geschaltet ist.

Ein derartiges elektromagnetisches Einspritzventil ist aus
der DE-OS 2 306 007 bekannt. Bei dem bekannten
elektromagnetischen Einspritzventil dienen zwei oder mehr
25 Magnetspulen auf dem selben Magnetkreis und eine
funktionell an diese Anordnung angepasste elektronische
Ansteuervorrichtung dazu, das Absperrorgan des
Einspritzventils zu öffnen und zu schließen, indem durch
eine erste Erregung eine das Absperrorgan aus seinem
30 geschlossenen Zustand öffnende elektromagnetische
Anziehungskraft, durch eine zweite Erregung eine das
Absperrorgan, nachdem es einmal geöffnet wurde, in seinem
geöffneten Zustand haltende elektromagnetische

- 2 -

Anziehungskraft, und schließlich durch eine dritte Erregung ein entgegengesetzter magnetischer Fluß erzeugt wird, um den induzierten magnetischen Fluß zu löschen, damit das Absperrorgan aus seinem geöffneten Zustand geschlossen wird.

Allgemein ist bei einem elektromagnetischen Einspritzventil der Stromanstieg und damit auch der Kraftanstieg im Anker im wesentlichen durch die Induktivität und den Widerstand der Ventilschleife und die Versorgungsspannung U_{Batt} der Spule bestimmt. Die Induktivität ergibt sich durch die Windungszahl der Spule und die Bauform des Magnetkreises. Im Kraftfahrzeug ist die Versorgungsspannung auf 12 Volt begrenzt. Heutige Anforderungen an die Einschaltzeit eines im Kraftfahrzeug eingesetzten elektromagnetischen Einspritzventils führten bei einfacher Ventilschleife zu sehr hohen Strömen, die mit bisherigen Schalttransistoren und den vorhandenen Leitungswiderständen nicht realisiert werden können.

Bis heute wird der notwendige schnelle Strom- und Kraftanstieg im Einspritzventil beim Einschalten mit höherer Spannung aus einem Boosterkondensator, der mit einem Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter oder durch Recharge aufgeladen wird, erzielt. Der Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter ist bei Magnetkreisen mit hohen Wirbelstromverlusten notwendig, da hier ein Recharge mit der Induktivität des Ventils einen zu schlechten Wirkungsgrad hat. Außerdem würde der Recharge mit dem Ventil zu zu langen Ladezeiten des Boosterkondensators führen. Der Rechargestrom führt zu einer Erregung im Magnetkreis, der die Sicherheit gegen Leckage und ungewolltes Öffnen des Ventils verringert.

Aufgaben und Vorteile der Erfindung

5 Somit ist es Aufgabe dieser Erfindung, ein zuverlässig arbeitendes elektromagnetisch betätigtes Einspritzventil mit möglichst kurzen Ein- und Ausschaltzeiten und geringem Schaltungsaufwand zu erreichen.

10 Die obige Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen elektromagnetischen Einspritzventil dadurch gelöst, daß die beiden Magnetspulen gegenläufig gewickelt sind, so daß sich ihre Kraftwirkungen bei gleichem Erregungsstrom aufheben, und daß die Ansteuerschaltung die Schaltmittel während eines kompletten Öffnungs-Halte-Schließzyklus des Ventiles
15 so ansteuert, daß

- in einer ersten Phase ein anfänglicher Ladevorgang bei geschlossenem Ventil stattfindet, wobei beide
20 Schaltmittel bei inaktiver Halteschaltung geschlossen sind und ein relativ langsamer Anstieg des durch die beiden Magnetspulen fließenden Stroms stattfindet,
- in einer zweiten Phase, die eine Öffnungsphase des Ventils ist, der Strom durch die zweite Magnetspule
25 durch Öffnung des zweiten Schaltmittels schnell abgeschaltet wird, während das erste Schaltmittel geschlossen und die Halteschaltung inaktiv bleibt,
- während einer dritten Phase, einer Haltephase, die
30 Halteschaltung aktiviert und damit der Strom durch die erste Magnetspule auf eine Haltestromstärke abgesenkt wird, und

- 4 -

- in einer vierten Phase, die eine Schließphase ist, zum Schließen des Ventils wenigstens die Halteschaltung inaktiviert und das erste Schaltmittel geöffnet wird.

5 Durch die Doppelspule mit aufhebender Wirkung wird der
eigentliche Einschaltvorgang des Ventils, d.h. das Öffnen
des Ventils in der zweiten Phase in einen Abschaltvorgang
in einer der beiden Spulen umgewandelt. Der schnelle
Stromabfall wird jetzt durch die Dimensionierung der
10 Löschspannung bestimmt. Schnelle Anstiegszeiten der Kraft
sind damit ohne eine Erhöhung der Versorgungsspannung
realisierbar. Die Ansteuerung des Einspritzventils ist mit
herkömmlicher Schaltendstufe oder durch eine stromgeregelte
Schaltendstufe realisierbar. Durch die Umkehrung des
15 Differenzstroms beim Ausschalten ist es außerdem möglich,
den Schließvorgang zu verkürzen. Ein wesentlicher Vorteil
der Erfindung liegt somit in der Vereinfachung und
Verbilligung der Endstufe. Der Boosterkondensator und der
Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter können im
20 Steuergerät entfallen. Dadurch ist die Endstufe auch
einfacher im Steuergerät integrierbar.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in den
abhängigen Ansprüchen sowie in der nachfolgenden
25 Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform eines
erfindungsgemäßen elektromagnetischen Einspritzventils mit
Doppelspule deutlich, wenn diese Beschreibung unter
Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung gelesen wird.

30 Zeichnung

Figur 1 zeigt schematisch und in Form eines
Blockschaltbilds eine bevorzugte Schaltung eines

elektromagnetischen Einspritzventils mit
Doppelspule in Verbindung mit Endstufen der
Ansteuerschaltung; und

5 Figur 2A
bis 2E zeigt Signalverläufe von in der Schaltung von
Figur 1 auftretenden Signalen in Abhängigkeit von
der Zeit, zur Erläuterung der Funktionsweise der
in Figur 1 dargestellten Schaltung.

10

Ausführungsbeispiel

In der in Figur 1 dargestellten Schaltung ist mit 1 ein
Ersatzschaltbild eines elektromagnetischen Einspritzventils
15 mit Doppelspule dargestellt. Darin besteht der Magnetkreis
des Einspritzventils 1 aus zwei gegenläufig gewickelten
Magnetspulen SP1 und SP2. Beide Magnetspulen SP1, SP2 haben
die selben Kenngrößen, d.h. Windungszahl, Induktivität L
und Wicklungswiderstand R_{cu} , und ihre Kraftwirkung hebt
20 sich aufgrund der gegenläufigen Wicklungsrichtung bei
gleichem Strom ISP1, ISP2 auf. Beide Magnetspulen SP1 und
SP2 sind mit ihrem einen Ende gemeinsam an eine
Versorgungsspannung z.B. im Kraftfahrzeug $U_{batt} = 12$ Volt
gelegt. Ein erstes Schaltmittel S1, das symbolisch als
25 einfacher steuerbarer Schalter dargestellt ist, liegt in
Reihe zur ersten Magnetspule SP1, ist einer stromgeregelten
Schaltendstufe 2 zugeordnet und wird von einem
Ansteuersignal A1/2 derselben geöffnet und geschlossen. Im
Stromkreis der ersten Magnetspule SP1 liegt ferner ein
30 Strommessglied, das in Figur 1 ein in Reihe zum ersten
Schaltmittel S1 liegender Widerstand R_{sens} ist, wobei die an
diesem Widerstand R_{sens} abfallende Spannung proportional zu
dem durch ihn fließenden Strom ISP1 des Stromkreises der

ersten Magnetspule SP1 ist.

Parallel zum ersten Schaltmittel S1 und zum Strommessglied
R_{sens} ist ein erstes Löschmittel, z.B. in Form einer
5 Zenerdiode ZD1 mit der Zenerspannung U_{zd1}, geschaltet.
Alternativ kann eine RC-Löschung vorgesehen sein. Das erste
Löschmittel ZD1 dient zum schnellen Abschalten des Stroms
ISP1 durch die erste Magnetspule SP1, wie nachstehend noch
näher erläutert wird. Ferner liegt eine aus einem durch ein
10 Ansteuersignal 1/1 von der stromgeregelten Schaltendstufe 2
öffnen- und schließbares Schaltmittel S/1 und einer Diode
gebildete Halteschaltung parallel zur ersten Magnetspule
SP1, die zum Halten des geöffneten Zustands des
Einspritzventils bei geöffnetem ersten Schaltmittel S1
15 dient, wie nachstehend näher erläutert wird.

Außerdem liegt in Reihe zur zweiten Magnetspule SP2 ein
zweites durch ein Ansteuersignal A2 öffnen- und schließbares
Schaltmittel S2, dem ein zweites Löschmittel in Form einer
20 Zenerdiode ZD2 parallel geschaltet ist. Das zweite
Schaltmittel S2 wird von einer ungeregelten einfachen
Schaltendstufe 3 betätigt. Die parallel zum zweiten
Schaltmittel S2 liegende, als zweites Löschmittel dienende,
Zenerdiode ZD2 dient zum schnellen Abschalten des Stroms
25 ISP2 durch die zweite Magnetspule SP2, wie nachstehend
erläutert wird.

Alternativ zu der in Figur 1 gezeigten bevorzugten
Schaltungsausführung ist es auch möglich in anderen
30 Ausführungen mit zwei einfachen Schaltendstufen ohne
Stromregelung das Doppelspuleneinspritzventil 1 zu
betreiben. Die nachstehend beschriebene Stromabsenkung der
Haltephase ist dann allerdings nicht möglich.

Nachstehend werden Funktion und Wirkungsweise der beschriebenen und in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Schaltung des elektromagnetischen Doppelspuleneinspritzventils anhand des in Figur 2 dargestellten Signal-Zeitdiagramms beschrieben. In Figur 2A-2E sind die zeitlichen Abläufe jeweils des Ansteuersignals A2 für das zweite Schaltmittel (Figur 2A), des Ansteuersignals A1/2 für das erste Schaltmittel S1 (Figur 2B), des Ansteuersignals A1/1 für die Halteschaltung (Figur 2C), des Differenzstroms $I_d = ISP1 - ISP2$ der Ströme durch die erste und zweite Magnetspule SP1 und SP2 (Figur 2D) sowie der Einzelströme ISP1, ISP2 durch die erste und zweite Magnetspule SP1 und SP2 über einen gesamten in vier Phasen, Phase 1, Phase 2, Phase 3, Phase 4 unterteilten Öffnungs-Halte-Schließzyklus von einem Zeitpunkt t_0 bis zu einem Zeitpunkt t_6 dargestellt. Die nachstehende Beschreibung erfolgt in der Reihenfolge der Phase 1 bis zur Phase 4.

Ladevorgang, Phase 1; t_0 - t_1 :

Bei t_0 werden oder sind beide Schaltmittel S1, S2 eingeschaltet; A2 und A1/2 sind EIN (Figur 2A und B). Der Anstieg der Ströme ISP1, ISP2 erfolgt relativ langsam (Figur 2E). Der maximale Strom $I_0\text{-EIN} = U_{\text{batt}}/R_{\text{cu}}$ ist bei $U_{\text{batt}} = 12$ Volt kleiner als $I_0\text{-AUS}$ beim Abschalten in Phase 2. Beide Spulen SP1, SP2, d.h. beide Schaltmittel S1, S2 müssen daher relativ früh vor dem eigentlichen Öffnen des Ventils 1 eingeschaltet werden. Der Strom in dieser Phase kann durch geeignete Wahl der Schließzeit vor Phase 2 (Öffnungszeit t_1) gesteuert werden. Eine alternative Möglichkeit stellt die Stromregelung in beiden Spulen SP1,

- 8 -

SP2 dar. Die Steigung des Stromanstiegs zum Zeitpunkt t_0 gibt die Zeitkonstante $\tau = L/R_{cu}$ an. Aufgrund der gleichen Kenngrößen und der gegensinnigen Wicklung der beiden Magnetspulen SP1, SP2 ist der Differenzstrom $I_d = I_{SP1} - I_{SP2} = 0$ (Figur 2D).

Öffnen des Ventils, Phase 2; t_1-t_3 :

Zu Beginn zum Zeitpunkt t_1 wird der Strom I_{SP2} durch Öffnen von S2 durch A2 = AUS mit der einfachen Schaltendstufe 3 schnell mit Löschung durch die zweite Zenerdiode ZD2 abgeschaltet (Figur 2A). Der Stromgradient beim Abschalten zum Zeitpunkt t_1 wird durch $I_0-AUS = U_{ZD2}/R_{cu}$ und $\tau = L/R_{cu}$ bestimmt. Bei entsprechend hoher Löschespannung U_{ZD2} der Zenerdiode ZD2 ist dieser Stromgradient wesentlich höher als beim Einschalten. Der Strom I_{SP1} durch die Magnetspule SP1 bleibt auf Anzugsstromniveau I_0-EIN eingeschaltet. Dies kann alternativ auch durch eine Stromregelung durchgeführt werden (vgl. Figur 2E). Der Kraftanstieg im Ventil ist proportional dem Quadrat des Differenzstrom $I_d = I_{SP1} - I_{SP2}$ und daher sehr schnell (kurze Einschaltzeit).

Haltephase 3 bei geöffnetem Ventil: t_3-t_5 :

Der Differenzstrom I_d (Figur 2D) wird in der Haltephase mit der stromgeregelten Schaltendstufe 2, die den Stromregler 4 enthält, an der Magnetspule SP1 auf das Haltestromniveau abgesenkt und durch die Stromregelung zwischen I_d-H_{max} und I_d-H_{min} geregelt. Das Abschalten von S1 mit dem Ansteuersignal A1/2 erfolgt mit Stromlöschung durch die erste Zenerdiode ZD1. Auch hier gilt, daß eine entsprechend hohe Zenerspannung U_{ZD1} das Löschen und damit den

Abschaltvorgang des Stroms ISP1 beschleunigt. Zum Halten des Haltestromniveaus wird die Halteschaltung, d.h. das Schaltmittel S1/1 durch das Ansteuersignal A1/1 geschlossen (Figur 2C) und S1 intermittierend geöffnet und geschlossen (Figur 2B). Der Haltestrom ISP1-H wird in Phase 3 zwischen
5 ISP1-Hmax und ISP1-Hmin geregelt.

Schließen des Ventil; Phase 4, t_5 - t_6 :

10 Zum Schließen des Ventils wird entweder nur der Strom ISP1 durch die Magnetspule SP1 abgeschaltet oder, was in Figur 2 nicht dargestellt ist, zur Unterstützung des Schließvorgangs mit noch kürzeren Ausschaltzeiten der Strom ISP1 durch die Spule SP1 bei gleichzeitigem kurzen
15 Einschalten des Stroms ISP2 durch die Magnetspule 2 abgeschaltet. Der Differenzstrom I_d und damit die Kraftwirkung werden dadurch umgekehrt.

Figur 2 zeigt außerdem in den Phasen 2, 3 und 4 die mit den
20 erfindungsgemäßen Maßnahmen erreichbaren hohen negativen Stromgradienten, die durch die eingetragenen Zeitkonstanten τ symbolisiert sind.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Doppelmagnetspule mit
25 aufhebender Wirkung wird der eigentliche Einschaltvorgang des elektromagnetischen Einspritzventils, d.h. sein Öffnen in der Phase 2 in einen Abschaltvorgang in einer der beiden Magnetspulen umgewandelt. Der schnelle Stromabfall wird durch die Dimensionierung der Löschspannung bestimmt.

30 Schnelle Anstiegszeiten der Kraft sind damit ohne die Versorgungsspannung hochsetzende Maßnahmen realisierbar. Die Ansteuerung des elektromagnetischen Einspritzventils ist mit herkömmlicher Schaltendstufe bzw., wie im o.b.

- 10 -

bevorzugten Ausführungsbeispiel, mit stromgeregelter Schaltendstufe realisierbar. Durch Umkehrung des Differenzstroms I_d beim Ausschalten in Phase 4 ist es außerdem möglich den Schließvorgang zu verkürzen.

5

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt somit in der Vereinfachung der Endstufe. Der Boosterkondensator und der Gleichspannungs-Gleichspannungsumrichter im Steuergerät entfallen. Dadurch läßt sich die Endstufe einfacher im Steuergerät integrieren.

10

5

Ansprüche

1. Elektromagnetisches Einspritzventil (1) mit
Doppelspule, bei dem eine erste und zweite Magnetspule
10 (SP1, SP2) mit gleichen Kenngrößen auf demselben
Magnetkreis angeordnet sind, deren eine Enden
gemeinsam mit einer Speisespannung (Ubatt) und deren
andere Enden einzeln mit einem ersten und zweiten
Schaltmittel (S1, S2) einer elektronischen
15 Ansteuerschaltung (2, 3) verbunden sind, wobei eine
von der Ansteuerschaltung ansteuerbare Halteschaltung
(S1/1) parallel zur ersten Magnetspule (SP1)
geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden
Magnetspulen (SP1, SP2) gegenläufig gewickelt sind, so
20 daß sich ihre Kraftwirkungen bei gleichem
Erregungsstrom aufheben, und daß die Ansteuerschaltung
die Schaltmittel (S1, S2) während eines kompletten
Öffnungs-Halte-Schließzyklus (t0-t6) des Ventiles (1)
so ansteuert, daß
- 25
- in einer ersten Phase (t0-t1) ein anfänglicher
Ladevorgang bei geschlossenem Ventil stattfindet,
wobei beide Schaltmittel (S1, S2) bei inaktiver
Halteschaltung (S1/1) geschlossen sind, und ein
30 relativ langsamer Anstieg des durch die beiden
Magnetspulen fließenden Stroms (ISP1, ISP2)
stattfindet,

- 12 -

- 5 - in einer zweiten Phase (t_1-t_3), die eine
Öffnungsphase des Ventils ist, der Strom (ISP2)
durch die zweite Magnetspule (SP2) durch Öffnung
des zweiten Schaltmittels (S2) schnell
abgeschaltet wird, während das erste Schaltmittel
(S1) geschlossen und die Halteschaltung (S1/1)
inaktiv bleibt,
- 10 - während einer dritten Phase, einer Haltephase
(t_3-t_5), die Halteschaltung (S1/1) aktiviert und
damit der Strom (ISP1) durch die erste
Magnetspule (SP1) auf eine Haltestromstärke
(ISP1-H) abgesenkt wird, und
- 15 - in einer vierten Phase (t_5-t_6), die eine
Schließphase ist, zum Schließen des Ventils
wenigstens die Halteschaltung (S1/1) inaktiviert
und das erste Schaltmittel (S1) geöffnet wird.
- 20
- 2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die Ansteuerschaltung die durch
die beiden Spulen (SP1, SP2) in der ersten Phase (t_0-
25 t_1) fließenden Ströme durch die Bestimmung der
Schließzeit der beiden Schaltmittel (S1, S2)
einstellt.
- 3. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die Ansteuerschaltung (2, 3) die
30 durch die Magnetspulen (SP1, SP2) fließende
Stromstärke in der ersten Phase (t_0-t_1) durch Regelung
des durch beide Magnetspulen fließenden Stroms
einstellt.

4. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten Schaltmittel (S1) erste Löschmittel (ZD1) parallel geschaltet sind, die den Stromgradienten beim Abschalten des Stroms durch das erste Schaltmittel (S1) erhöhen.
5
5. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Schaltmittel (S2) zweite Löschmittel (ZD2) parallel geschaltet sind, die den Stromgradienten beim Abschalten des Stroms durch das zweite Schaltmittel (S2) erhöhen und damit die Ventilöffnung zu Beginn der zweiten Phase (t_1 - t_3) beschleunigen.
10
15
6. Einspritzventil nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Löschmittel jeweils eine Zenerdiode (ZD) aufweisen.
7. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Stromkreis der ersten Magnetspule (SP1) ein Strommeßglied (R_{sens}) vorgesehen ist, und die Ansteuerschaltung (2, 3) einen Stromregler (4) aufweist, der mit dem Strommeßglied (R_{sens}) verbunden ist, wenigstens zur Regelung des im Stromkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Stroms (ISP1).
20
25
8. Einspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Strommeßglied (R_{sens}) ein in Reihe zum ersten Schaltmittel (S1) geschalteter Widerstand ist.
30

9. Einspritzventil nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromregler (4) der Ansteuerschaltung (2, 3) den durch den Magnetkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Strom (ISP1) in der zweiten Phase (t1-t3) regelt.
10. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 7-9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromregler (4) der Ansteuerschaltung (2, 3) den durch den Magnetkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Strom während der Haltephase (t3-t5) durch intermittierendes Aktivieren - Deaktivieren der Halteschaltung (S1/1) bei geschlossenem ersten Schaltmittel (S1) zwischen einem minimalen und maximalen Haltestrom (ISP1-H-min., ISP1-H-max.) regelt.
11. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerschaltung (2, 3) zu Beginn der vierten Phase (t5-t6) das zweite Schaltmittel (S2) beim Öffnen des ersten Schaltmittels (S1) kurzzeitig schließt.

1/2

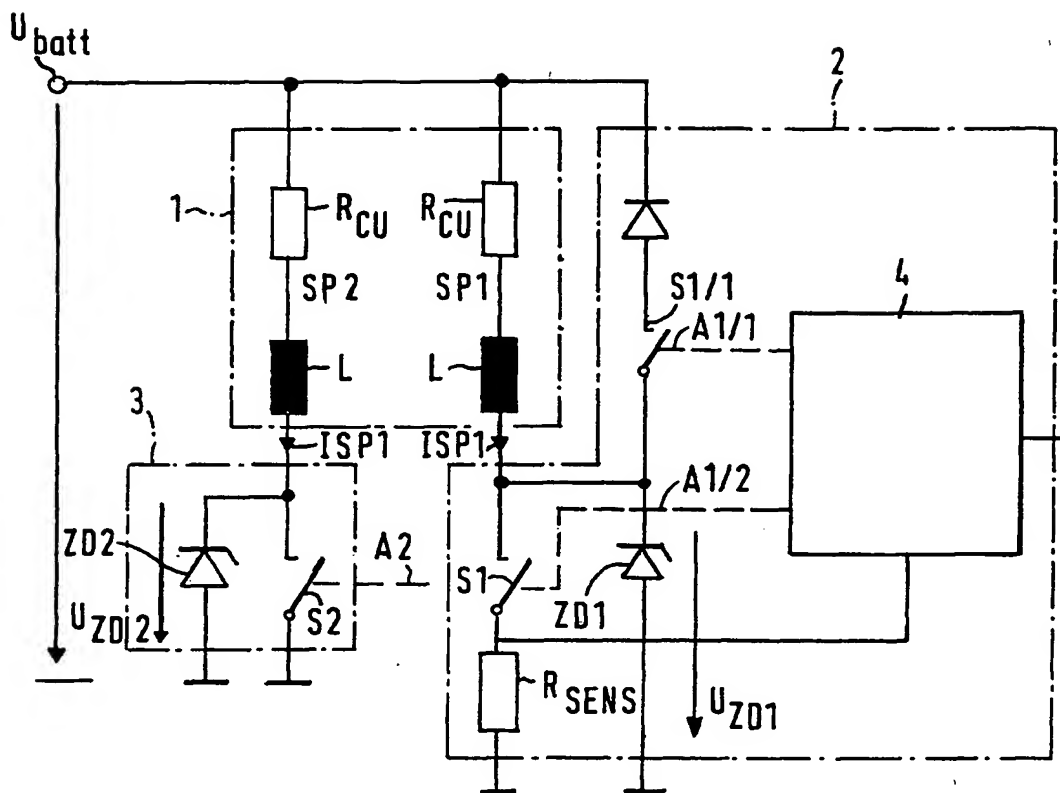


Fig. 1

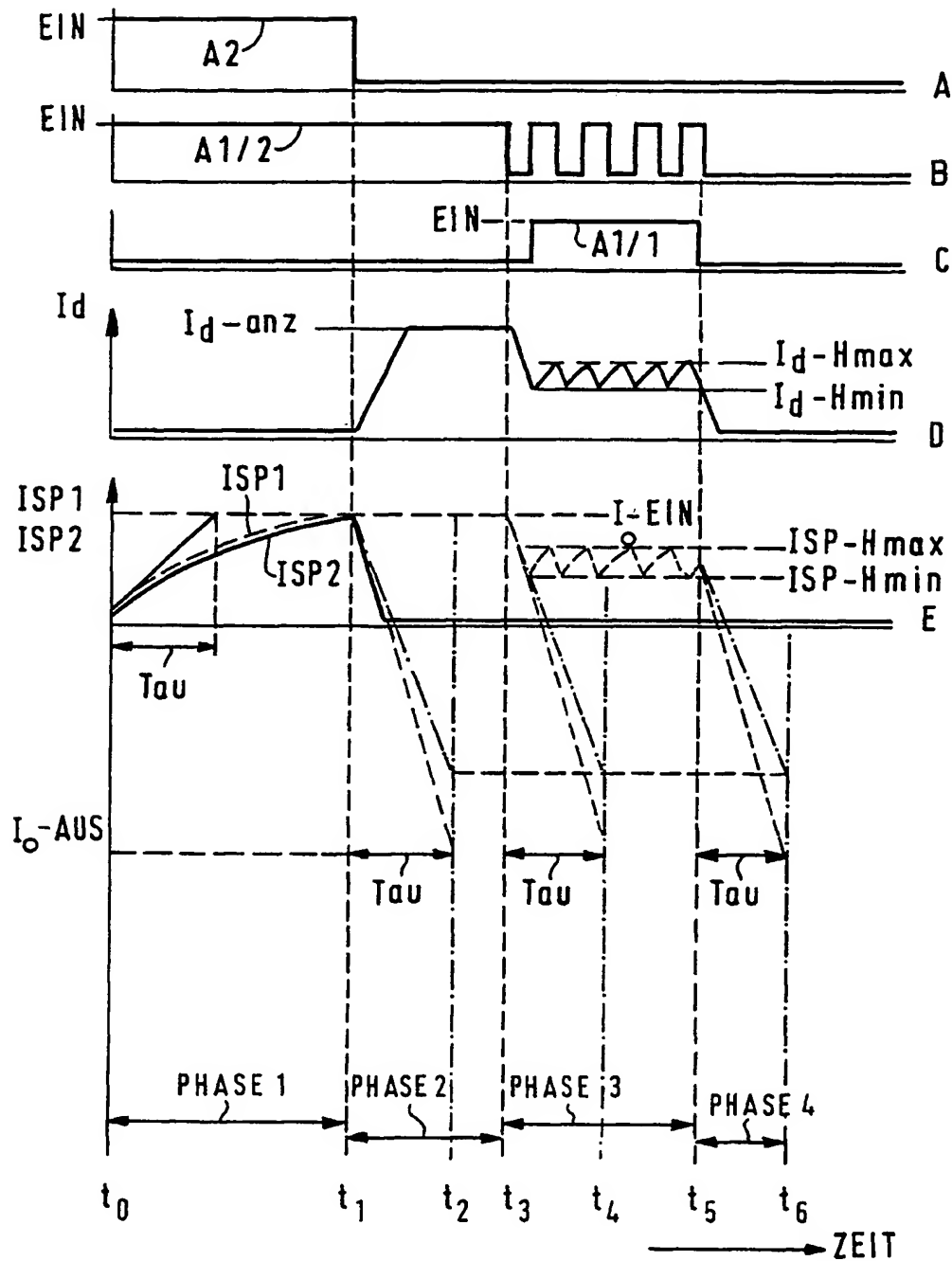


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/02699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02D41/20 H01F7/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D H01F H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	US 4 688 138 A (NAGATA OSAMU ET AL) 18 August 1987 (1987-08-18) column 1, line 15 - column 2, line 57 column 3, line 11 - line 44; figures ---	1
P, A	DE 198 03 567 A (MANNESMANN REXROTH AG) 5 August 1999 (1999-08-05) column 1, line 60 - column 3, line 41 ---	1
A	US 5 291 170 A (WAHBA BRENT J ET AL) 1 March 1994 (1994-03-01) claim 1 ---	1
A	US 5 574 617 A (SHIMANUKI HIROSHI ET AL) 12 November 1996 (1996-11-12) the whole document --- -/-	1, 7, 8, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 January 2000

Date of mailing of the international search report

31/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moualed, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/02699

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	US 3 942 485 A (INUI TOMOJI ET AL) 9 March 1976 (1976-03-09) ---	
A	US 5 363 270 A (WAHBA BRENT J) 8 November 1994 (1994-11-08) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/02699

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4688138 A	18-08-1987	JP 1417366 C	22-12-1987
		JP 61140113 A	27-06-1986
		JP 62027523 B	15-06-1987
		AT 51682 T	15-04-1990
		EP 0184940 A	18-06-1986
DE 19803567 A	05-08-1999	WO 9939106 A	05-08-1999
US 5291170 A	01-03-1994	NONE	
US 5574617 A	12-11-1996	JP 7189787 A	28-07-1995
US 3942485 A	09-03-1976	GB 1465283 A	23-02-1977
		DE 2150099 A	25-05-1977
US 5363270 A	08-11-1994	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Akkennzeichen

PCT/DE 99/02699

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/20 H01F7/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D H01F H01H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 688 138 A (NAGATA OSAMU ET AL) 18. August 1987 (1987-08-18) Spalte 1, Zeile 15 - Spalte 2, Zeile 57 Spalte 3, Zeile 11 - Zeile 44; Abbildungen	1
P, A	DE 198 03 567 A (MANNESMANN REXROTH AG) 5. August 1999 (1999-08-05) Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 41	1
A	US 5 291 170 A (WAHBA BRENT J ET AL) 1. März 1994 (1994-03-01) Anspruch 1	1
A	US 5 574 617 A (SHIMANUKI HIROSHI ET AL) 12. November 1996 (1996-11-12) das ganze Dokument	1,7,8,10
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Januar 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/01/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P B 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moualed, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02699

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 942 485 A (INUI TOMOJI ET AL) 9. März 1976 (1976-03-09) ---	
A	US 5 363 270 A (WAHBA BRENT J) 8. November 1994 (1994-11-08) -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02699

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4688138 A	18-08-1987	JP 1417366 C	22-12-1987
		JP 61140113 A	27-06-1986
		JP 62027523 B	15-06-1987
		AT 51682 T	15-04-1990
		EP 0184940 A	18-06-1986
DE 19803567 A	05-08-1999	WO 9939106 A	05-08-1999
US 5291170 A	01-03-1994	KEINE	
US 5574617 A	12-11-1996	JP 7189787 A	28-07-1995
US 3942485 A	09-03-1976	GB 1465283 A	23-02-1977
		DE 2150099 A	25-05-1977
US 5363270 A	08-11-1994	KEINE	